云 南 植 物 研 究　2002, 24 (1): 87～93
Acta Botanica Yunnanica

角蒿属 6 个种的核形态学研究

肖　华，周其兴，顾志建*，管开云
（中国科学院昆明植物研究所，云南 昆明　650204）

摘要：对紫葳科角蒿属（*Incarvillea*）6 种植物（其中两头毛 *Incarvillea arguta* 包括红花和白花 2 个类型）进行了核形态学研究。它们的间期核均为简单染色中心型，前期染色体为中间型，体细胞中期染色体数目均为 2n = 22，核型公式分别为：（1）两头毛（红花类型）*Incarvillea arguta*（Red－flower form）2n = 22 = 14m +（2SAT）+ 8sm（1SAT），着丝点端化值（T.C.%）为 62.71%，臂指数（N.F. 值）为 44；（1a）两头毛（白花类型）*I. arguta*（White－flower form）2n = 22 = 16sm（1SAT）+ 6st，T.C.% 值为 70.62%，N.F. 值为 38；（2）鸡肉参 *I. mairei* 2n = 22 = 6m + 8sm（1SAT）+ 8st，T.C.% 值为 70.07%，N.F. 值为 36；（3）红波罗花 *I. delavayi* 2n = 22 = 10m + 6sm + 6st，T.C.% 值为 61.33%，N.F. 值为 38；（4）单叶波罗花 *I. forrestii* 2n = 22 = 4m + 8sm + 10st（1SAT），T.C.% 值为 73.10%，N.F. 值为 34；（5）中甸角蒿 *I. zhongdianensis* 2n = 22 = 4m + 8sm + 10st，T.C.% 值为 72.31%，N.F. 值为 34；（6）黄波罗花 *I. lutea* 2n = 22 = 4m + 8sm（2SAT）+ 10st，T.C.% 值为 69.47%，N.F. 值为 34。上述几种植物中，除两头毛（红花类型）的核型不对称性为 2A 型外，其余几种的核型不对称性都属于 3A 型。本文观察的 6 种植物的核形态结构均为首次报道。

关键词：紫葳科；角蒿属；核形态学
中图分类号：Q 943　　**文献标识码**：A　　**文章编号**：0253－2700(2002)01－0087－07

Karyomorphology of Six *Incarvillea* Species

XIAO Hua, ZHOU Qi－Xing, GU Zhi－Jian*, GUAN Kai－Yun
(*Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences*, Kunming 650204, China)

Abstract: In the present paper, six species in *Incarvillea*, Bignoniaceae, were karyomorphologically investigated. The interphase nuclei and prophase chromosomes of all these species were found to be of the simple chromocenter type and the interstitial type respectively. The metaphase chromosome number 2n = 22 was counted for each species. The karyotypes were formulated to be 2n = 22 = 14m +（2SAT）+ 8sm（1SAT）for *I. arguta*（red－flower form），2n = 22 = 16sm（1SAT）+ 6st for *I. arguta*（white－flower form），2n = 22 = 6m + 8sm（1SAT）+ 8st for *I. mairei*，2n = 22 = 10m + 6sm + 6st for *I. delavayi*，2n = 22 = 4m + 8sm + 10st（1SAT）for *I. forrestii*，2n = 22 = 4m + 8sm + 10st for *I. zhongdianensis*，and 2n = 22 = 4m + 8sm（2SAT）+ 10st for *I. lutea*，respectively. The centromeric terminalization value（T.C.%）was 62.71% for *I. arguta*（red－flower form），70.62% for *I. arguta*（white－flower form），70.07% for *I. mairei*，61.33% for *I. delavayi*，

* 通讯联络人 Author for correspondence
收稿日期：2000－12－25，2001－07－10 接受发表
作者简介：肖华，(1975－)，女，硕士研究生，从事植物分子细胞遗传学研究。

73.10% for *I. forrestii*, 72.31% for *I. zhongdianensis*, and 69.47% for *I. lutea*. The N.F. value was 44 for *I. arguta* (red – flower form), 38 for *I. arguta* (white – flower form), 36 for *I. mairei*, 38 for *I. delavayi*, 34 for *I. forrestii*, 34 for *I. zhongdianensis*, and 34 for *I. lutea*. Except that of *I. arguta* (red – flower form) being of 2A type, the karyotype asymmetry of the other species was all of 3A type. The karyomorphology of these 6 species in *Incarvillea* was reported here for the first time.

Key words: Bignoniaceae *Incarvillea*; Karyomorphology

紫葳科角蒿属（*Incarvillea*）植物约有15种，分布范围自中亚，经喜马拉雅山区至东亚。我国产11种，3变种，主要位于西南、西北部及北部（王文采，1990）。该属共包括角蒿亚属 Subgen. *Incarvillea*、两头毛亚属 Subgen. *Amphicome* 和波罗花亚属 Subgen. *Pteroscleris* 3个亚属。本文所研究的两头毛 *I. arguta* 属于两头毛亚属，鸡肉参 *I. mairei*、红波罗花 *I. delavayi*、黄波罗花 *I. lutea*、中甸角蒿 *I. zhongdianensis* 及单叶波罗花 *I. forrestii* 均属于波罗花亚属。本属多数种类花大而颜色鲜艳，可引种栽培，供庭园观赏。两头毛全草可入药，根可治腹泻。黄波罗花、红波罗花、鸡肉参的根均可入药。本文对上述6种植物进行了核形态学的比较研究，结合形态学性状对它们的亲缘关系进行了讨论。

1 材料和方法

本文报道的6种角蒿属植物材料均从原产地引种并栽培于昆明植物园（表1）。取植物新生根尖用0.05%秋水仙素预处理2.5 h，在解离液（1：1的45%冰醋酸：1 mol/L盐酸）中，于60℃条件下解离1 min。1%的醋酸地衣红染色和压片。每个样本取不少于10个细胞进行染色体计数，并对5个染色体分散较好的细胞进行照相和核型分析。间期核和有丝分裂前期染色体的形态划分按 Tanaka（1971，1977）的标准。中期核型图按同源性进行配对，核型分析方法参考李懋学和陈瑞阳（1985）的标准，核型不对称性依据 Stebbins（1971）的分类标准进行判断，核型不对称程度的计算采用 Arano 等（1975）的方法，即着丝点端化值（T.C.%）=（染色体长臂长度/染色体总长度）×100。

表1 植物材料的来源

Table 1 Origin of materials

种类 Taxa	采集地 Locality	凭证标本 Voucher
两头毛（红花类型）*Incarvillea arguta*（red – flower form）	云南禄劝 Luquan, Yunnan	肖华 Xiao H, 011
两头毛（白花类型）*I. arguta*（white – flower form）	云南宜良 Yiliang, Yunnan	肖华 Xiao H, 012
鸡肉参 *I. mairei*	云南中甸 Zhongdian, Yunnan	肖华 Xiao H, 013
红波罗花 *I. delavayi*	云南彝良 Yiliang, Yunnan	肖华 Xiao H, 014
单叶波罗花 *I. forrestii*	云南中甸 Zhongdian, Yunnan	肖华 Xiao H, 015
中甸角蒿 *I. zhongdianensis*	云南中甸 Zhongdian, Yunnan	肖华 Xiao H, 016
黄波罗花 *I. lutea*	云南丽江 Lijiang, Yunnan	肖华 Xiao H, 017

2 结果和讨论

角蒿属6种的间期核和前期染色体的形态特征比较一致。间期核中染色中心数目较少，形状比较规则，多集中分布于细胞核的一侧。前期染色体由染色深浅不一的节段相间排列而成，每一条染色体的端部具有染色较深的异固缩点（图1，A，B）。按照 Tanaka 的

标准，它们的间期核属于简单染色中心型，前期染色体则属于中间型。中期染色体形态略有差异，核型参数见表2，各种的核型特征如下。

（1）两头毛（红花类型）*I. arguta*（Royle）Royle（red－flower form）2n＝22＝14m（2SAT）＋8sm（1SAT）（图1，a；图2，a）

中期染色体由14条中部着丝点染色体和8条亚中部着丝点染色体组成。其中第1、2、3、4、11、12、21和22条染色体为亚中部着丝点染色体，其余14条染色体均为中部着丝点染色体。在第19、20和21条染色体的短臂上各有一明显的随体。着丝点端化值（T.C.%）为62.71%，染色体相对长度比为1.70，核型不对称性属于2A型，臂指数（N.F.值）为44。

（1a）两头毛（白花类型）*I. arguta*（white－flower form）2n＝22＝16sm（1SAT）＋6st（图1，e；图2，e）

中期染色体由16条亚中部着丝点染色体和6条亚端部着丝点染色体组成。其中第5、6、11、12、13和14条染色体为亚端部着丝点染色体，其余16条均为亚中部着丝点染色体。在第21条亚中部着丝点染色体的短臂上有一明显的随体。T.C.值为70.62%，染色体长度比为1.63，核型不对称性属于3A型，N.F.值为38。

（2）鸡肉参 *I. mairei*（Lévl.）Grierson 2n＝22＝6m＋8sm（1SAT）＋8st（图1，c；图2，c）

中期染色体由6条中部着丝点染色体、8条亚中部着丝点染色体和8条亚端部着丝点染色体组成。其中第3、4、5、6、17和18条染色体为中部着丝点染色体，第7、8、9、10、11、12、13和14条染色体条为亚端部着丝点染色体，其余8条染色体为亚中部着丝点染色体。在第20条染色体的短臂上有一个随体。T.C.值为70.07%，染色体长度比为2.18，核型不对称性属于3A型，N.F.值为36。

（3）红波罗花 *I. delavayi* Bur. et Franch 2n＝22＝10m＋6sm＋6st（图1，d；图2，d）

中期染色体由10条中部着丝点染色体、6条亚中部着丝点染色体和6条亚端部着丝点染色体组成。其中第1、2、3、4、7、8、17、18、21和22条染色体为中部着丝点染色体，第11、12、13、14、19和20条染色体为亚端部着丝点染色体，其余6条染色体均为亚中部着丝点染色体。T.C.值为61.33%，染色体长度比为1.79，核型不对称性属于3A型，N.F.值为38。

（4）单叶波罗花 *I. forrestii* Fletcher 2n＝22＝4m＋8sm＋10st（1SAT）（图1，b；图2，b）

中期染色体由4条中部着丝点染色体、8条亚中部着丝点染色体和10条亚端部着丝点染色体组成。其中第2和7对染色体为中部着丝点染色体，第1、2、17、18、19、20、21和22条染色体为亚中部着丝点染色体，其余10条染色体为亚端部着丝点染色体。在第16条亚端部着丝点染色体上有一随体。从形态上看，其中第3，4条染色体应为同源染色体，但它们长度有差异，这是由于发生了染色体结构变异所致。T.C.值为73.10%，染色体长度比为1.81，核型不对称性属于3A型，N.F.值为34。

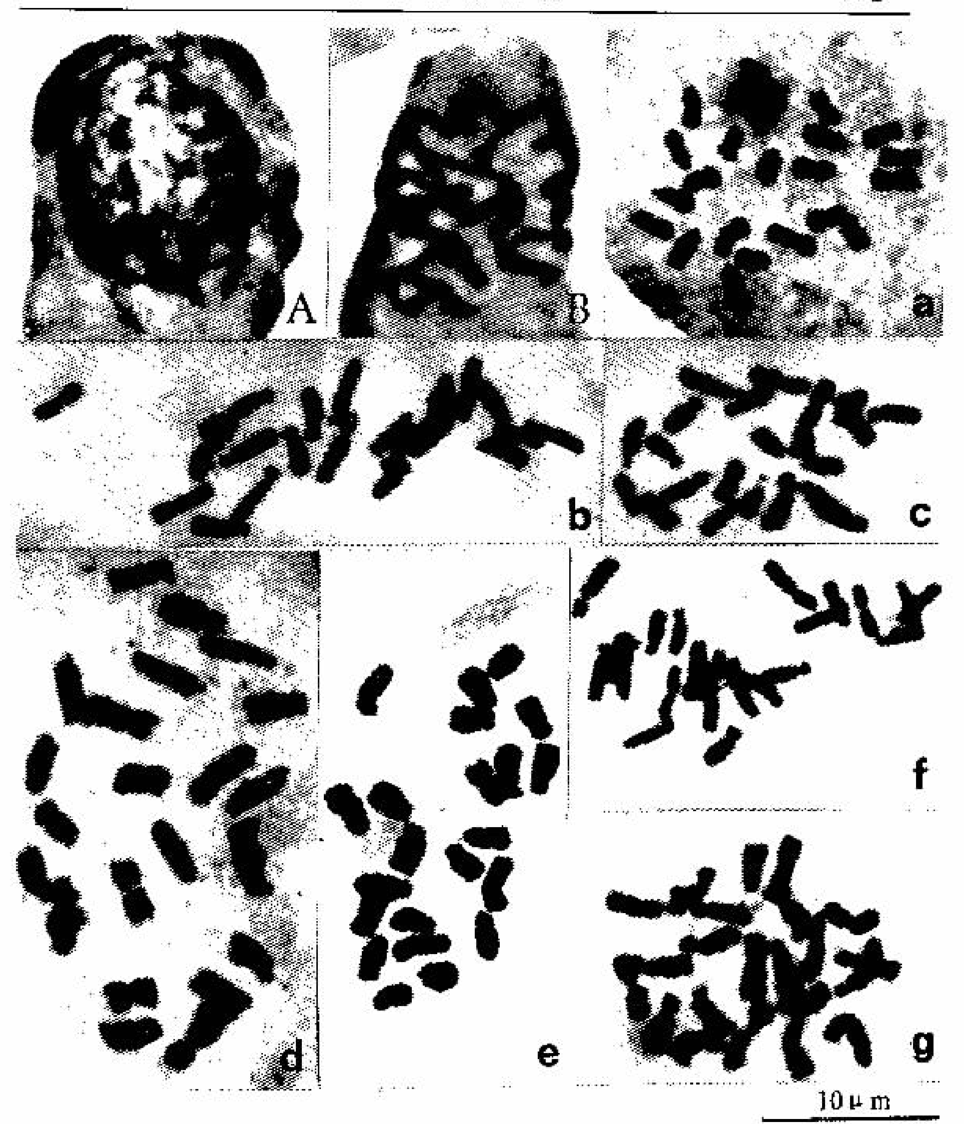


图1　角蒿属的间期核，前期及中期染色体

A：角蒿属的间期核 B：角蒿属的前期染色体 a～g：角蒿属的中期染色体 a：两头毛（红花类型）b：单叶波罗花 c：鸡肉参 d：红波罗花 e：两头毛（白花类型）f：中甸角蒿 g：黄波罗花

Fig.1 The interphase nuclei，prophase chromosomes and metaphase chromosomes of *Incarvillea*

A：interphase nuclei of *Incarvillea*. B：The prophase chromosomes of *Incarvillea* *a* – *g*：*The metaphase chromosomes of* Incarvillea. *a*：I. arguta（*Red – flower form*）*b*：I. forrestii *c*：I. mairei *d*：I. delavayi *e*：I. arguta（*White – flower form*）*f*：I. zhongdianensis *g*：I. lutea

表 2 角蒿属 6 种植物的核型参数表

Table 2　The karyotypic data of six species in *Incarvillea*

	Incarvillea arguta（Red – flower） 2n = 22 = 14m +（2SAT）+ 8sm（1SAT）			*I. arguta*（White – flower） 2n = 22 = 16sm（1SAT）+ 6st			*I. mairei* 2n = 22 = 6m + 8sm（1SAT）+ 8st		
No.	RL	AR	PC	RL	AR	PC	RL	AR	PC
1	1.88 + 3.91 = 5.79	2.08	sm	1.93 + 3.65 = 5.58	1.89	sm	1.75 + 4.51 = 6.26	2.58	sm
2	1.59 + 4.06 = 5.65	2.55	sm	1.99 + 3.48 = 5.47	1.75	sm	1.58 + 4.23 = 5.81	2.68	sm
3	1.59 + 3.77 = 5.38	2.36	sm	1.66 + 3.86 = 5.52	2.33	sm	2.20 + 3.44 = 5.64	1.56	m
4	1.45 + 3.55 = 5.00	2.45	sm	1.60 + 3.76 = 5.36	2.34	sm	1.97 + 3.10 = 5.07	1.57	m
5	2.32 + 2.89 = 5.21	1.25	m	1.21 + 4.09 = 5.30	3.36	st	2.25 + 3.16 = 5.41	1.40	m
6	2.00 + 3.00 = 5.00	1.56	m	1.21 + 3.98 = 5.19	3.27	sm	2.31 + 3.10 = 5.41	1.34	m
7	2.10 + 2.90 = 5.00	1.38	m	1.38 + 3.76 = 5.14	2.72	sm	1.13 + 4.06 = 5.19	3.60	st
8	2.10 + 2.82 = 4.92	1.34	m	1.44 + 3.36 = 4.80	2.35	sm	0.90 + 4.06 = 4.96	4.50	st
9	1.74 + 2.89 = 4.63	1.67	m	1.66 + 2.87 = 4.53	1.73	sm	1.13 + 3.66 = 4.79	3.25	st
10	1.88 + 2.68 = 4.56	1.42	m	1.49 + 2.82 = 4.31	1.89	sm	1.13 + 3.49 = 4.62	3.10	st
11	1.59 + 2.90 = 4.49	1.81	sm	1.05 + 3.42 = 4.47	3.26	st	1.13 + 3.44 = 4.57	3.05	st
12	1.59 + 2.83 = 4.42	1.77	sm	1.10 + 3.37 = 4.47	3.05	st	1.13 + 3.44 = 4.57	3.05	st
13	1.74 + 2.75 = 4.49	1.58	m	1.05 + 3.31 = 4.36	3.16	st	0.90 + 3.21 = 4.11	3.56	st
14	1.81 + 2.53 = 4.34	1.40	m	1.05 + 3.31 = 4.36	3.16	st	0.85 + 3.26 = 4.11	3.87	st
15	1.74 + 2.53 = 4.27	1.46	m	1.38 + 2.76 = 4.14	2.00	sm	1.07 + 3.10 = 4.17	2.89	sm
16	1.67 + 2.53 = 4.20	1.52	m	1.27 + 2.82 = 4.09	2.22	sm	1.07 + 2.88 = 3.95	2.68	sm
17	1.88 + 2.18 = 4.06	1.15	m	1.21 + 2.82 = 4.03	2.32	sm	1.75 + 2.31 = 4.06	1.32	m
18	1.52 + 2.17 = 3.69	1.43	m	1.16 + 2.82 = 3.98	2.43	sm	1.75 + 2.25 = 4.00	1.29	m
19	1.59 + 2.54 = 4.13	1.59	m*	1.10 + 2.82 = 3.92	2.55	sm	1.07 + 2.59 = 3.66	2.42	sm
20	1.52 + 2.32 = 3.84	1.52	m*	1.21 + 2.49 = 3.70	2.06	sm	0.85 + 2.53 = 3.38	3.00	sm*
21	1.09 + 2.60 = 3.69	2.40	sm*	1.10 + 2.77 = 3.87	2.50	sm*	1.13 + 2.25 = 3.38	2.00	sm
22	1.09 + 2.31 = 3.40	2.13	sm	1.10 + 2.32 = 3.42	2.10	sm	0.90 + 1.97 = 2.87	2.19	sm

	I. delavayi 2n = 22 = 10m + 6sm + 6st			*I. forrestii* 2n = 22 = 4m + 8sm + 10st（1SAT）			*I. zhongdgdianensis* 2n = 22 = 4m + 8sm + 10st			*I. lutea* 2n = 22 = 4m + 8sm（2SAT）+ 10st		
No.	RL	AR	PC	RL	AR	PC	RL	AR	PC	RL	AR	PC
1	2.52 + 3.29 = 5.81	1.31	m	1.84 + 4.15 = 5.99	2.25	sm	2.26 + 3.29 = 5.55	1.46	m	1.83 + 4.13 = 5.96	2.26	sm
2	2.32 + 3.45 = 5.77	1.49	m	1.89 + 3.96 = 5.85	2.10	sm	2.11 + 3.44 = 5.55	1.63	m	1.69 + 3.52 = 5.21	2.08	sm
3	2.36 + 3.20 = 5.56	1.36	m	2.53 + 3.73 = 6.26	1.47	m	0.98 + 4.42 = 5.40	4.50	st	2.72 + 2.81 = 5.53	1.03	m
4	2.19 + 3.29 = 5.48	1.50	m	1.89 + 3.22 = 5.11	1.70	m	0.93 + 4.42 = 5.53	4.74	st	2.30 + 3.05 = 5.35	1.33	m
5	1.46 + 3.86 = 5.32	2.64	sm	1.11 + 4.37 = 5.48	3.96	st	1.57 + 3.83 = 5.40	2.43	sm	0.98 + 3.94 = 4.92	4.00	st
6	1.42 + 3.90 = 5.32	2.74	sm	0.97 + 4.37 = 5.34	4.52	st	1.47 + 3.39 = 4.86	2.30	sm	1.08 + 3.80 = 4.83	3.68	st
7	1.99 + 3.05 = 5.04	1.53	m	1.01 + 4.15 = 5.16	4.06	st	0.98 + 3.93 = 4.91	4.00	st	1.17 + 3.75 = 4.92	3.20	st
8	2.03 + 2.52 = 4.55	1.24	m	1.01 + 3.96 = 4.97	3.91	st	0.83 + 3.88 = 4.71	4.65	st	1.08 + 3.52 = 4.60	3.26	st
9	1.38 + 3.41 = 4.79	2.47	sm	0.69 + 3.82 = 4.51	5.53	st	2.01 + 2.56 = 4.57	1.27	m	2.16 + 2.72 = 4.88	1.26	m
10	1.38 + 3.33 = 4.71	2.41	sm	0.64 + 3.69 = 4.33	5.71	st	1.96 + 2.51 = 4.47	1.28	m	2.11 + 2.35 = 4.46	1.11	m
11	0.97 + 3.50 = 4.47	3.58	st	1.06 + 3.22 = 4.28	3.04	st	1.28 + 3.24 = 4.52	2.54	sm	0.94 + 3.38 = 4.32	3.60	st
12	0.89 + 3.46 = 4.35	3.86	st	0.92 + 3.00 = 3.92	3.25	st	1.23 + 3.19 = 4.42	2.60	sm	0.98 + 3.24 = 4.22	3.28	st
13	0.85 + 3.50 = 4.35	4.10	st	1.84 + 2.31 = 4.15	1.25	m	1.47 + 3.00 = 4.47	2.03	sm	1.45 + 2.87 = 4.32	1.97	sm
14	0.89 + 3.25 = 4.14	3.64	st	1.84 + 2.21 = 4.05	1.20	m	1.23 + 3.04 = 4.27	2.48	sm	1.50 + 2.72 = 4.22	1.81	st
15	1.06 + 3.04 = 4.10	2.88	sm	0.92 + 3.27 = 4.19	3.55	st	1.08 + 3.29 = 4.37	3.04	st	0.98 + 3.29 = 4.27	3.33	st
16	1.06 + 3.00 = 4.06	2.85	sm	0.69 + 3.27 = 3.96	4.73	st*	0.88 + 3.29 = 4.17	3.72	st	0.98 + 3.29 = 4.27	3.33	st
17	1.75 + 2.39 = 4.14	1.37	m	1.15 + 2.90 = 4.05	2.52	sm	0.98 + 3.00 = 3.98	3.05	st	0.75 + 3.52 = 4.27	4.69	st
18	1.83 + 2.11 = 3.94	1.16	m	1.01 + 2.95 = 3.96	2.91	sm	0.83 + 3.15 = 3.98	3.76	st	0.75 + 3.24 = 3.99	4.31	st
19	0.65 + 3.01 = 3.66	4.63	st	1.01 + 2.77 = 3.78	2.73	sm	0.79 + 3.09 = 3.88	3.94	st	1.22 + 2.91 = 4.13	2.38	sm
20	0.85 + 2.72 = 3.57	3.19	st	0.97 + 2.76 = 3.73	2.86	sm	0.79 + 2.99 = 3.78	3.81	st	1.36 + 2.39 = 3.75	1.76	sm
21	1.62 + 1.99 = 3.61	1.23	m	0.92 + 2.53 = 3.45	2.75	sm	1.13 + 2.90 = 4.03	2.56	sm	1.27 + 2.62 = 3.89	2.07	sm*
22	1.46 + 1.79 = 3.25	1.22	m	0.92 + 2.53 = 3.45	2.75	sm	0.88 + 2.51 = 3.39	2.83	sm	1.27 + 2.44 = 3.71	1.93	sm*

Note: Chromosome number; RL: relative length; AR: arm ratio; PC: position of centromere; * SAT – chromosome



图2 角蒿属的核型图

a：两头毛（红花类型）b：单叶波罗花 c：鸡肉参 d：红波罗花 e：两头毛（白花类型）f：中甸角蒿 g：黄波罗花

Fig.2 The karyogram of *Incarvillea*

I. arguta (Red－flower form) b：*I. forrestii* c：*I. mairei* d：*I. delavayi* e：*I. arguta* (White－flower form)

f：*I. zhongdianensis* g：*I. lutea*

（5）中甸角蒿 *I. zhongdianensis* Grey－Wilson 2n＝22＝4m＋8sm＋10st（图版Ⅰ，f；图版Ⅱ，f）

中期染色体由4条中部着丝点染色体、8条亚中部着丝点染色体和10条亚端部着丝点染色体组成。其中第1、2、9和10条染色体为中部着丝点染色体，第5、6、11、12、13、14、21和22条

染色体为亚中部着丝点染色体，其余10条染色体均为亚端部着丝点染色体。第21和22这对同源染色体长度有差异，也是由于染色体结构发生变异所致。T.C. 值为72.31%，染色体长度比为1.64，核型不对称性属于3A型，N.F. 值为34。

(6) 黄波罗花 *I. lutea* Bur.et Franch $2n=22=4m+8sm(2SAT)+10st$（图版Ⅰ, g；图版Ⅱ, g）

中期染色体由4条中部着丝点染色体、8条亚中部着丝点染色体和10条亚端部着丝点染色体组成。其中第3、4、9和10条染色体为中部着丝点染色体，第5、6、7、8、11、12、15、16、17和18条染色体为亚端部着丝点染色体，其余8条为亚中部着丝点染色体。T.C. 值为69.47%，染色体长度比为1.61，核型不对称性属于3A型，N.F. 值为34。

该6种角蒿属植物分属于两头毛亚属和波罗花亚属，除两头毛属于两头毛亚属外，其余5种均属于波罗花亚属。两头毛亚属在我国只有两头毛1种，为多年生具茎草本或亚灌木，花冠一般淡红色或紫红色，少为白色，花冠筒基部内面被长柄状腺毛，花药裂片被疏柔毛，蒴果细长，种子两端具丝状毛。而波罗花亚属有8种，我国均有分布，主要特征为具有块根，花药裂片光滑，种子卵形，平凸，具狭翅，翅全缘或有缺刻。

从上述分析结果来看，该角蒿属6个种的染色体数目均为 $2n=22$，染色体基数 $x=11$。它们的间期核和分裂前期染色体的构型都为同一类型，即分别为简单染色中心型和中间型，表明该属在属内具有较一致的细胞学特征。尤其是单叶波罗花 *I. forrestii*、中甸角蒿 *I. zhongdianensis* 和黄波罗花 *I. lutea* 的核型特征比较相似，表现在它们的中期染色体都由4条m、8条sm和10条st型染色体构成，仅在随体数目和位置上有差异。但6种植物的中期染色体核形态特征也存在着一些差异，与亚属的划分没有明显的相关性。值得一提的是，本文研究的两头毛亚属中的两头毛 *I. arguta* 的两个类型，即红花类型和白花类型在外部形态上非常一致，仅花色有区别，但二者在核型结构上却有所不同。两头毛红花类型的核型不对称性为2A型，相对较为原始，其臂指数为44，在3条染色体上可以清楚地看到随体。而白花类型的核型不对称性属于3A型，属于特化类型，其臂指数为38，仅在第21条亚中部着丝点染色体上有随体出现。可见，两种类型尽管外部形态相似，却发生了较大的遗传变异。

［参 考 文 献］

王文采，1990. 中国植物志第69卷［M］. 北京：科学出版社，34—49

Arano H, Saito K, 1975. Cytological studies in Family Campanulaceae Ⅱ［J］. *La Kromosomo*, **99**: 3072—3081

Jin YM（金延明），Li SH（李胜华），Lou ZC（楼之岑），1982. Morphological and histological studies of the Chinese drug TouGu-Cao［J］. *Acta Pharmacy Sinica*（药学学报），**17**（12）：928—941

Li MX（李懋学），Chen RY（陈瑞阳），1985. A suggestion on the standardization of karyotype analysis in plants［J］. *Journal of Wuhan Botanical Research*（武汉植物学研究），**3**（4）：297—302

Stebbins GL, 1971. Chromosomal Evolution in Higher Plants［M］. London：Edward Arnold, Ltd.

Tanaka R, 1971. Types of resting nuclei in Orchidaceae［J］. *Bot Mag*（Tokyo），**84**：118—122

Tanaka R, 1977. Recent karyotype studies. In Ogawa K, *et al*.（Eds）：Plant Cytology［M］. Tokyo：Asakura Shoten, 293—326

Zhao QS（赵清盛），1983. New taxa of genus *Incarvillea* from Hengduan Mountain Range［J］. *Journal of Sichuan University*（*Nature Sciences*）（四川大学学报（自然科学版）），（4）：92—95